

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 1 2 日  
Date of Application:

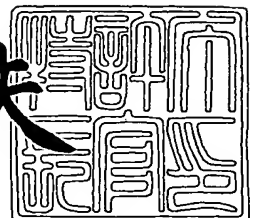
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 6 0 2 3 0  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 6 0 2 3 0 ]

出 願 人                      株式会社東芝  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 1 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 APB0260161

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【請求項の数】 12

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
                                横浜事業所内

    【氏名】 福島 大

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
                                横浜事業所内

    【氏名】 南幅 学

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
                                横浜事業所内

    【氏名】 豎山 佳邦

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
                                横浜事業所内

    【氏名】 矢野 博之

【特許出願人】

    【識別番号】 000003078

    【氏名又は名称】 株式会社 東芝

**【代理人】****【識別番号】** 100083161**【弁理士】****【氏名又は名称】** 外川 英明**【電話番号】** (03)3457-2512**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 010261**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定パターンの溝を有する第 1 の層上に、前記溝を埋め込むように形成された被研磨膜の一部を、所定の研磨液を供給して研磨する第 1 の研磨工程と、

前記第 1 の研磨工程の後、前記被研磨膜を、洗浄しながら研磨する洗浄研磨工程と、

前記洗浄研磨工程の後、前記溝の外部に形成された前記被研磨膜の残部を、所定の研磨液を供給して研磨する第 2 の研磨工程とを具備した半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記洗浄研磨工程は、純水を供給しながら研磨する工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記洗浄研磨工程は、洗浄液を供給しながら研磨する工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

前記洗浄研磨工程は、前記洗浄液を供給しながら研磨する工程の前、後、または前後に、純水を供給しながら研磨する洗浄研磨工程をさらに含むことを特徴とする請求項 3 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

前記洗浄研磨工程の前、後、または前後に、前記被研磨膜を、純水を用いて洗浄し、清浄化する工程をさらに具備したことを特徴とする請求項 3 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 の研磨工程と前記洗浄研磨工程は、同一のテーブルで行うことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】

前記被研磨膜は、導電膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 8】

前記導電膜は、所定のパターンの溝を有する前記第 1 の層上に、バリアメタルを介して形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】

前記導電膜は、鍍金法によって形成されていることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 10】

前記導電膜は、Cu, Al, W, Ag のいずれかであることを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 11】

前記被研磨膜は、絶縁膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 12】

前記第 1 及び第 2 の研磨工程で研磨される、前記被研磨膜は、単層膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CMP (Chemical Mechanical Polish ing) 工程を有する半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、ロジックLSI (Large Scale Integrated Circuit) やメモリの高速化の要求から、配線形成方法の一つとして機械的・化学的研磨方法 (CMP) を用いた埋め込み配線が注目されている。配線材料は、例えば、Al、Cu、Wなどである。特に、Cuは低抵抗であり、かつ高融点

材料であるとして注目されており、Cuを用いた埋め込み配線の形成方法では、RIE (Reactive Ion Etching) 加工が難しいことや、Cuの拡散を防止するために配線をバリアメタルで囲む必要があること、などの理由から、CMP工程の採用が必須である。

#### 【0003】

図10に、例えば、細かいライン状のパターンを有する、従来の技術の埋め込み配線の形成方法を示す。図10(a)に示すように、シリコン基板101上に、複数の溝102aを有する絶縁膜102を形成し、スパッタ法を用いてTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>を堆積させ、バリアメタルとしてTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>ライナー膜103を形成する。続いて、スパッタ法及び鍍金法を用いてCuを堆積させ、Cuシード膜及びCu配線膜からなるCu膜104を形成する。Cuを堆積させる際、細かいライン状のパターンを有する溝102aにCuを埋め込んで形成する必要があるため、Cuの堆積を促進する添加剤が添加される。

#### 【0004】

次に、図10(b)に示すように、溝102aの外部に形成された不要なCu膜104をCMP工程によって除去する。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数を選択する。

#### 【0005】

続いて、不要なTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>ライナー膜103等をCMP工程によって除去する(図示しない)。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数を選択する。このようにして、細かいライン状のパターンを有する埋め込み配線を形成する。

#### 【0006】

図11に、例えば、多層配線の上層配線など深さの深いパターンを有する、従来の技術の埋め込み配線の形成方法を示す。図11(a)に示すように、シリコン基板111上に、深い溝112aを有する絶縁膜112を形成し、スパッタ法を用いてTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>を堆積させ、バリアメタルとしてTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>ライナー膜113を形成する。続いて、スパッタ法及び鍍金法を用いてCuを堆積させ、Cuシード膜及

びCu配線膜からなるCu膜114を形成する。Cuを堆積させる際、深さの深いパターンを有する溝112aにCuを埋め込んで形成する必要があるため、例えば、鍍金法のマージンとして、Cu膜の厚さをある程度大きく形成する必要がある。

#### 【0007】

次に、図11(b)に示すように、溝112aの外部に形成された不要なCu膜114をCMP工程によって除去する。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数を選択する。

#### 【0008】

続いて、不要なTaNライナー膜113等をCMP工程によって除去する（図示しない）。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数を選択する。このようにして、多層配線の上層配線など深さの深いパターンを有する埋め込み配線を形成する。

#### 【0009】

特許文献1には、CMP方法の例が記載されている。すなわち、回路基材を第一研磨ユニットに移動し、バリア膜が露出するまで導電体研磨した後、リンス液を供給して低圧で圧接して洗浄し、続いて、処理液を供給して低圧で圧接して清浄化し、リンス液を供給して低圧で圧接して洗浄する。次に、回路基材を第二研磨ユニットに移動し、バリア膜を研磨した後、リンス液を供給して低圧で圧接して洗浄する例が記載されている。

#### 【0010】

また、特許文献2には、CMP工程を有する基板研磨方法の他の例が記載されており、第1研磨工程及び第2研磨工程でCuめっき膜層及び給電シード層を除去し、研磨除去が確認されたら、研磨面に残った第1及び第2研磨工程でのスラリーを除去洗浄し、第3研磨工程でバリア層の研磨を行う例が記載されている。

#### 【0011】

##### 【特許文献1】

特開2002-141312号公報（第8頁、第1図）

## 【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 8 3 7 8 7 号公報（第 7 頁、第 1 1 図）

## 【0 0 1 2】

## 【発明が解決しようとする課題】

例えば、細かいライン状のパターンを有する溝に形成された埋め込み配線では、C u 膜を鍍金成膜する際に添加された添加剤によって、C u 膜が盛り上がり、ハンプ（H u m p）部が形成される。溝の上端に形成された C u 膜の厚さが約 6 0 0 n m、研磨速度が約  $1 \mu\text{m}/\text{min}$  であるとする、約 6 0 秒程度で研磨することが可能であるが、実際は、盛り上がったハンプ部の研磨に時間を要する。よって、オーバーポリッシュの時間を長く設定する必要がある、ウェハの面内均一性が劣化するという問題があった。

## 【0 0 1 3】

また、C u 膜を堆積する際に用いた添加剤は、C u 膜の表面部分に高濃度に分布していることが多い。この添加剤は、酸化抑制剤に類似しており、研磨パッドに付着したり、研磨液と化学反応を起こすことによって、研磨速度が不安定になったり、オーバーポリッシュの時間を長く設定しても、不要な C u 膜を十分に除去することができないという問題があった。

## 【0 0 1 4】

また、例えば、深さの深いパターンを有する溝に形成された埋め込み配線では、C u を堆積させる際、例えば、鍍金法のマージンとして、C u 膜の厚さをある程度大きく形成する必要があるため、不要な C u 膜が厚く形成されている。溝の上端に形成された C u 膜の厚さが約 2 1 0 0 n m、研磨速度が約  $1 \mu\text{m}/\text{min}$  であるとする、約 1 8 0 秒程度で研磨することが可能であるが、実際は、長時間の研磨を行うと、研磨パッドに付着した削りかすや研磨液の残液の影響によって、ウェハの位置、研磨時間、処理枚数などによって研磨速度が異なってくるため、研磨速度が不安定になる。よって、実際は、研磨にさらに時間を要する。

## 【0 0 1 5】

このように、研磨速度が不安定になると、面内均一性を維持した研磨が困難となるため、さらに長時間の研磨が必要となる。よって、オーバーポリッシュの時



間をさらに長く設定する必要があり、ウェハの面内均一性が劣化するという問題があった。

#### 【0 0 1 6】

図 1 2 は、研磨時間による面内傾向の違いを示す図である。横軸がウェハ上の位置を示しており、縦軸が研磨レートを示している。A は、研磨時間が 1 2 0 秒の場合の 6 0 秒あたりの研磨レートの面内傾向であり、B は、研磨時間が 6 0 秒の場合の研磨レートの面内傾向である。研磨時間が長くなると、研磨速度が不安定になり、面内均一性を維持した研磨が困難になることが分かる。また、ウェハ上の位置で研磨レートが異なり、ウェハの中央領域と周縁領域の間の中間領域において過研磨が生じている。

#### 【0 0 1 7】

本発明は、上記した問題点を解決すべくなされたもので、CMP 工程における研磨レートを安定化し、面内均一性に優れた半導体装置を製造する方法を提供することを目的とする。

#### 【0 0 1 8】

##### 【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するための本発明の半導体装置の製造方法の一形態は、所定パターンの溝を有する第 1 の層上に、前記溝を埋め込むように形成された被研磨膜の一部を、所定の研磨液を供給して研磨する第 1 の研磨工程と、

前記第 1 の研磨工程の後、前記被研磨膜を、洗浄しながら研磨する洗浄研磨工程と、

前記洗浄研磨工程の後、前記溝の外部に形成された前記被研磨膜の残部を、所定の研磨液を供給して研磨する第 2 の研磨工程とを具備している。

#### 【0 0 1 9】

上記した本発明の一形態によれば、CMP 工程における研磨レートを安定化し、面内均一性に優れた半導体装置を製造する方法を提供することができる。

#### 【0 0 2 0】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

(第 1 の実施の形態)

図 1 乃至図 4 に本発明の第 1 の実施の形態に係る半導体装置の製造方法を示す。

#### 【0 0 2 1】

図 1 に、例えば、細かいライン状のパターンを有する、本実施の形態の埋め込み配線の形成方法を示す。図 1 (a) に示すように、図示しない素子が形成されたシリコン基板 1 1 上に、深さ 3 0 0 n m の複数の溝 1 2 a を有する絶縁膜 1 2 を形成する。絶縁膜 1 2 は、L K D 2 7 (J S R 社) であり、厚さは 6 0 0 n m である。次に、スパッタ法を用いて T a N を堆積させ、バリアメタルとして厚さ 1 0 n m の T a N ライナー膜 1 3 を形成する。続いて、導電膜として、スパッタ法及び鍍金法を用いて C u を堆積させ、C u シード膜及び C u 配線膜からなる、厚さ 6 0 0 n m の C u 膜 1 4 を形成する。厚さ 6 0 0 n m は、溝の上端に形成された膜の膜厚である。C u を堆積させる際、細かいライン状のパターンを有する溝 1 2 a に C u を埋め込んで形成する必要があるため、C u の堆積を促進する添加剤が添加される。よって、C u 膜 1 4 は、表面が盛り上がった形状となることが多い。

#### 【0 0 2 2】

次に、図 1 (b) に示すように、C u 膜の第 1 の研磨工程として、不要な C u 膜 1 4 の一部 (上層部) を C M P 工程によって除去する。続いて、第 1 の洗浄研磨工程として、純水を供給して洗浄研磨を行う (図示しない)。

#### 【0 0 2 3】

次に、図 1 (c) に示すように、C u 膜の第 2 の研磨工程として、溝 1 2 a の外部に形成された不要な C u 膜 1 4 の残部を C M P 工程によって除去する。

#### 【0 0 2 4】

続いて、図 1 (d) に示すように、不要な T a N ライナー膜 1 3 等を C M P 工程によって除去する。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数を選択する。このようにして、例えば細かいライン状のパターンを有する埋め込み配線を形成する。

#### 【0 0 2 5】

図2に、このようなCu膜の研磨工程を模式的に示す。Cu膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して研磨を行い、不要なCu膜の一部（上層部）を研磨する（ステップ1）。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、例として以下のような条件Aを選択する。

#### 研磨条件A

研磨液：CMS7303（JSR社）+CMS7304（JSR社）

研磨液流量：200cc/min

研磨パッド：IC1000（RODEL社）

研磨荷重：400g/cm<sup>2</sup>

トップリング回転数：100rpm

ターンテーブル回転数：100rpm

Cuの研磨速度は、1μm/minである。Cu膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して、30秒間の研磨を行い、Cu膜14を研磨する。Cu膜14の一部（上層部）を研磨する工程である。

#### 【0026】

次に、洗浄研磨工程で、純水を供給した研磨（ここでは、水ポリッシュと呼ぶ）を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液を洗浄除去する（ステップ2）。研磨条件は、研磨条件Aの研磨液の代わりに純水を供給し、供給する純水流量を、200cc/minとし、20秒間の研磨を行う。

#### 【0027】

次に、Cu膜の第2の研磨工程で、研磨液を供給して研磨を行い、溝の外部に形成された不要なCu膜の残部を研磨する（ステップ3）。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、前記したCu膜の第1の研磨工程と同じ研磨条件Aを選択する。Cuの研磨速度は、1μm/minである。Cu膜の第2の研磨工程では、研磨液を供給して、30秒間の研磨を行い、Cu膜14を研磨する。TaNライナー膜の表面を露出させるまで研磨を行い、溝12aの外部に形成された不要なCu膜14を除去する。

**【0028】**

ここでは図示しないが、ステップ3で、溝の外部に形成された不要なCu膜の研磨が終わった後、TaNライナー膜13等の研磨を行う。

**【0029】**

細かいライン状のパターンを有する溝に形成された埋め込み配線では、Cu膜を形成される際に添加された添加剤によって、Cu膜が盛り上がり、ハンプ（Hump）部が形成される。Cu膜を堆積する際に用いた添加剤は、Cu膜のハンプ部の表面部分に、高濃度に分布していることが多い。Cu膜の第1の研磨工程では、酸化抑制剤に類似した添加剤が高濃度に分布している、Cu膜の表面部分を研磨している。続いて、洗浄研磨工程では、水ポリッシュを行い、研磨パッドに付着した添加剤や、残った研磨液、削りかす、鍍金液に含まれる有機化合物などを除去し、清浄化を行っている。

**【0030】**

この洗浄研磨工程は、特にCu膜の表面部分を研磨した際に研磨パッドに付着する鍍金法で添加される添加剤を、純水を供給して研磨し、洗浄除去しているため、続いて行われるCu膜の第2の研磨工程では、研磨パッドに付着した添加剤、研磨液の残液、削りかす、鍍金液に含まれる有機化合物などの少ない、換言すれば、研磨工程の初期状態で、添加剤の含有量がより少ないCu膜の研磨を行うことができる。よって、ハンプ部のCu膜を容易に研磨することができ、オーバーポリッシュ時間を短くすることができるため、研磨レートを安定化することができる、面内均一性を向上させることができる。

**【0031】**

また、これらのCu研磨工程及び洗浄研磨工程は、同一テーブルで実施することができるため、洗浄研磨工程の追加による研磨テーブルの追加、スループットの低下などの問題は生じない。

**【0032】**

また、全体的なCu膜の研磨時間を短くすることもでき、スループットを向上することができる。さらに、鍍金法で添加される添加剤を洗浄除去しているため、オーバーポリッシュ時間を短くし、研磨レートを安定化するとともに、オーバ

ーポリッシュ時間を長くしても除去し切れなかったCu膜を除去することができ、さらに面内均一性を向上させることができる。

### 【0033】

また、純水を用いて洗浄除去を行っているため、研磨液とのpHの相違による影響や錯化剤による影響等を考慮する必要はなく、比較的容易に実施することができるとともに、高い効果を得ることができる。

### 【0034】

(第1の変形例)

図3に、Cu膜の他の研磨工程を模式的に示す。Cu膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して研磨を行い、不要なCu膜の一部(上層部)を研磨する(ステップ1)。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、例として前記した研磨条件Aを選択する。Cuの研磨速度は、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ である。Cu膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して、30秒間の研磨を行い、Cu膜14を研磨する。

### 【0035】

次に、洗浄研磨工程で、洗浄液を供給した研磨(ここでは、洗浄液ポリッシュと呼ぶ)を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液を洗浄除去する(ステップ2)。洗浄液は、例えば、クエン酸などであり、研磨液とのpHの相違による影響を考慮して選択する。研磨条件は、研磨条件Aの研磨液の代わりに洗浄液を供給し、供給する洗浄液流量を、 $200\text{cc}/\text{min}$ とし、20秒間の研磨を行う。

### 【0036】

次に、Cu膜の第2の研磨工程で、研磨液を供給して研磨を行い、溝の外部に形成された不要なCu膜の残部を研磨する(ステップ3)。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、前記したCu膜の第1の研磨工程と同じ研磨条件Aを選択する。Cuの研磨速度は、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ である。Cu膜の第2の研磨工程では、研磨液を供給して、30秒間の研磨を行い、Cu膜14を研磨する

。T a Nライナー膜の表面を露出させるまで研磨を行い、溝の外部に形成された不要なC u膜1 4を除去する。ここでは図示しないが、ステップ3で、溝の外部に形成された不要なC u膜の研磨が終わった後、T a Nライナー膜1 3等の研磨を行う。

#### 【0 0 3 7】

この洗浄研磨工程は、特にC u膜の表面部分を研磨した際に研磨パッドに付着する鍍金法で添加される添加剤を、洗浄液を供給して研磨し、洗浄除去しているため、効率よく清浄化を行うことができる。

#### 【0 0 3 8】

(第2の変形例)

図4に、C u膜の他の研磨工程を模式的に示す。C u膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して研磨を行い、不要なC u膜の一部(上層部)を研磨する(ステップ1)。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、例として前記した研磨条件Aを選択する。C uの研磨速度は、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ である。C u膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して、30秒間の研磨を行い、C u膜1 4を研磨する。

#### 【0 0 3 9】

次に、第1の洗浄研磨工程で、純水を供給した研磨(ここでは、水ポリッシュと呼ぶ)を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液を洗浄除去する(ステップ2-1)。続いて、第2の洗浄研磨工程で、洗浄液を供給した研磨(ここでは、洗浄液ポリッシュと呼ぶ)を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液をよく洗浄除去する(ステップ2-2)。ここで、洗浄液は、例えば、クエン酸などである。さらに、第3の洗浄研磨工程で、純水を供給した研磨を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液、洗浄液をさらによく洗浄除去する(ステップ2-3)。洗浄液は、研磨液とのp Hの相違による影響をある程度考慮して選択する。研磨条件は、研磨条件Aの研磨液の代わりに純水または洗浄液を供給し、供給する純水流量または洗浄液流量を、 $200\text{cc}/\text{min}$ とし、ステップ2-1~2-3で、5秒間、10秒間、5秒間の計20秒間の研磨を行う。

## 【0040】

次に、Cu膜の第2の研磨工程で、研磨液を供給して研磨を行い、溝の外部に形成された不要なCu膜の残部を研磨する（ステップ3）。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、前記したCu膜の第1の研磨工程と同じ研磨条件Aを選択する。Cuの研磨速度は、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ である。Cu膜の第2の研磨工程では、研磨液を供給して、30秒間の研磨を行い、Cu膜14を研磨する。Ta-Nライナー膜の表面を露出させるまで研磨を行い、溝の外部に形成された不要なCu膜14を除去する。ここでは図示しないが、ステップ3で、溝の外部に形成された不要なCu膜の研磨が終わった後、Ta-Nライナー膜13等の研磨を行う。

## 【0041】

第1の洗浄研磨工程では、水ポリッシュを行い、研磨パッドに付着した添加剤や、残った研磨液、削りかす、鍍金液に含まれる有機化合物などを除去している。続いて第2の洗浄研磨工程では、洗浄液ポリッシュを行い、さらに、研磨パッドに付着した添加剤や、残った研磨液、削りかす、鍍金液に含まれる有機化合物などの除去を効率よく行い、清浄化を行っている。続いて第3の洗浄研磨工程では、水ポリッシュを行い、研磨パッドに付着した添加剤や、残った研磨液、削りかす、鍍金液に含まれる有機化合物などに加えて、第2の洗浄研磨工程で用いた洗浄液の残液の除去も行い、清浄化を行っている。よって、研磨液とのpHの相違による影響や錯化剤による影響等をあまり考慮する必要なく、比較的容易に実施でき、高い効果を得ることができる。

## 【0042】

さらに、図3に示した第1の変形例で、Cu膜の第1及び第2の研磨工程の間に実施される、ステップ2の洗浄研磨工程において、洗浄液を供給した洗浄研磨工程を行った例を記載したが、ステップ2の前後、または前か後ろのいずれかに純水を用いて清浄化（洗浄のみの工程）を行ってもよい。この場合、テーブル上から移動させて別ユニットで洗浄を行う必要があるが、面内均一性が向上するなどの効果を得ることができる。

## 【0043】

また、図4に示した第2の変形例で、Cu膜の第1及び第2の研磨工程の間に実施される、ステップ2-1～2-3の第1乃至第3の洗浄研磨工程において、純水、洗浄液、純水を供給した洗浄研磨工程を行った例を記載したが、ステップ2-1またはステップ2-3の水ポリッシュを省略して実施した場合でも、第1の変形例で示した効果を得ることができる。

## 【0044】

本実施の形態では、バリアメタルとしてTa<sub>2</sub>N膜である例を記載したが、これに限定されず、Mo、Ti、TiN、Nb、Agなどでもかまわない。また、配線材料としてCu膜である例を記載したが、これに限定されず、Al、W、Agでもよい。

## 【0045】

また、本実施の形態では、例えば、細かいライン状のパターンを有する埋め込み配線について記載したが、このパターンに限定されず、添加剤などの酸化抑制剤が含まれる配線材料を用いた埋め込み配線に適用することによって、効果を得ることができる。

## 【0046】

Cu膜の第1の研磨工程、洗浄研磨工程、Cu膜の第2の研磨工程における研磨時間を30秒間、20秒間、30秒間としたが、これに限定されない。Cu膜の第1の研磨工程、洗浄研磨工程、Cu膜の第2の研磨工程における研磨時間を、20秒間、20秒間、40秒間のよう、設定してもかまわない。このように、全体の研磨工程に対して、やや前半の段階で洗浄研磨工程を行うことによって、添加剤が含まれているCu膜の上層部を研磨した際に発生する削りかすなどを、早い段階で除去することができるため、より好ましい。

## 【0047】

また、Cu膜の第1の研磨工程、洗浄研磨工程、Cu膜の第2の研磨工程における研磨時間を40秒間、20秒間、20秒間のよう、設定してもよい。ただし、溝上に残ったCu膜をオーバーポリッシュして研磨する際、研磨パッドに付着した添加剤や、残った研磨液、削りかす、鍍金液に含まれる有機化合物などが除



去されずに多く残っていると、オーバーポリッシュに要する時間が長くなり、研磨レートの安定化を阻害し、面内均一性を劣化させる要因となる。したがって、洗浄研磨工程はCu膜の研磨工程のうち、遅くとも、Cu膜のオーバーポリッシュを行う前までに行うことが好ましい。

#### 【0048】

(第2の実施の形態)

図5乃至図9に本発明の第2の実施の形態に係る半導体装置の製造方法を示す。

#### 【0049】

図5に、例えば、深さの深いパターンを有する、本実施の形態の埋め込み配線の形成方法を示す。図5(a)に示すように、図示しない素子が形成されたシリコン基板31上に、深さ1500nmの溝32aを有する絶縁膜32を形成する。絶縁膜32は、LKD27(JSR社)であり、厚さは1800nmである。次に、スパッタ法を用いてTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>を堆積させ、バリアメタルとして厚さ10nmのTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>ライナー膜33を形成する。続いて、導電膜として、スパッタ法及び鍍金法を用いてCuを堆積させ、Cuシード膜及びCu配線膜からなる厚さ2500nmのCu膜34を形成する。厚さ2500nmは、溝の上端に形成された膜の膜厚である。Cuを堆積させる際、深さの深いパターンを有する溝32aにCuを埋め込んで形成する必要があるため、例えば、鍍金法のマージンとして、Cu膜をある程度大きく形成する必要があるため、不要なCu膜が厚く形成されている。ここで、導電膜としてCu膜が形成されている例を記載したが、これに限定されない。また、スパッタ法及び鍍金法によって形成されている例を記載したが、これに限定されない。

#### 【0050】

次に、図5(b)に示すように、導電膜の第1の研磨工程として、不要なCu膜34の一部をCMP工程によって除去する。続いて、洗浄研磨工程として、純水を供給して洗浄研磨を行う(図示しない)。

#### 【0051】

次に、図5(c)に示すように、導電膜の第2の研磨工程として、溝の外部に

形成された不要なCu膜34の残部をCMP工程によって除去する。

#### 【0052】

続いて、図5(d)に示すように、不要なTaNライナー膜33等をCMP工程によって除去する(図示しない)。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数を選択する。

#### 【0053】

図6に、導電膜として形成されたCu膜の研磨工程を模式的に示す。導電膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して研磨を行い、不要なCu膜の一部を研磨する(ステップ1)。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、例として以下のような条件Bを選択する。

#### 研磨条件B

研磨液：CMS7303(JSR社)+CMS7304(JSR社)

研磨液流量：200cc/min

研磨パッド：IC1000(RODEL社)

研磨荷重：400g/cm<sup>2</sup>

トップリング回転数：100rpm

ターンテーブル回転数：100rpm

Cuの研磨速度は、1μm/minである。導電膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して、60秒間の研磨を行い、Cu膜34を研磨する。Cu膜の一部を研磨する工程である。

#### 【0054】

次に、洗浄研磨工程で、純水を供給した研磨(ここでは、水ポリッシュと呼ぶ)を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液を洗浄除去する(ステップ2)。研磨条件は、研磨条件Bの研磨液の代わりに純水を供給し、供給する純水流量を、200cc/minとし、20秒間の研磨を行う。

#### 【0055】

次に、導電膜の第2の研磨工程で、研磨液を供給して研磨を行い、溝の外部に形成された不要なCu膜の残部を研磨する(ステップ3)。研磨条件として研磨

液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、前記した導電膜の第1の研磨工程と同じ研磨条件Bを選択する。Cuの研磨速度は、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ である。導電膜の第2の研磨工程では、研磨液を供給して、90秒間の研磨を行い、Cu膜34を研磨する。TaNライナー膜の表面を露出させるまで研磨を行い、溝の外部に形成された不要なCu膜34を除去する。ここでは図示しないが、ステップ3で、溝の外部に形成された不要なCu膜の研磨が終わった後、TaNライナー膜33等の研磨を行う。

#### 【0056】

深さの深いパターンを有する溝に形成された埋め込み配線では、不要なCu膜が厚く形成される。導電膜の第1の研磨工程では、不要なCu膜の一部を研磨している。続いて、洗浄研磨工程では、水ポリッシュを行い、導電膜の第1の研磨工程によって研磨パッドに付着した研磨液の残液、削りかすなどを除去し、清浄化を行っている。よって、続いて行われるCu膜の第2の研磨工程では、研磨工程の初期状態で、研磨パッドに付着した研磨液の残液、削りかすなどの少ない、Cu膜の研磨を行うことができる。この結果、比較的厚いCu膜の研磨工程であっても、オーバーポリッシュ時間を短くし、研磨レートを安定化することができる、面内均一性を向上させることができる。

#### 【0057】

図7に、本実施の形態と従来の技術による研磨方法における、面内傾向の比較して示した図を示す。横軸がウェハの位置を示しており、縦軸が研磨レートを示している。Aは、従来の技術の研磨方法において、研磨時間が120秒の場合の60秒あたりの研磨レートの面内傾向であり、Bは、本実施の形態の研磨方法において、研磨時間が120秒の場合の60秒あたりの研磨レートの面内傾向である。従来の技術と比較して、研磨レートが安定化し、ウェハの面内均一性が向上していることが分かる。

#### 【0058】

また、これらの導電膜研磨工程及び洗浄研磨工程は、同一テーブルで実施することができるため、洗浄研磨工程の追加による研磨テーブルの追加、スループッ

トの低下などの問題は生じない。

#### 【0059】

また、純水を用いて洗浄除去を行っているため、研磨液とのpHの相違による影響や錯化剤による影響等を考慮する必要はなく、比較的容易に実施でき、高い効果を得ることができる。また、全体的なCu膜の研磨時間を短くすることもでき、スループットを向上することができる。

#### 【0060】

(第1の変形例)

図8に、導電膜として形成されたCu膜の他の研磨工程を模式的に示す。導電膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して研磨を行い、不要なCu膜の一部を研磨する(ステップ1)。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、例として前記した研磨条件Bを選択する。Cuの研磨速度は、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ である。導電膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して、60秒間の研磨を行い、Cu膜34を研磨する。

#### 【0061】

次に、洗浄研磨工程で、洗浄液を供給した研磨(ここでは、洗浄液ポリッシュと呼ぶ)を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液を洗浄除去する(ステップ2)。洗浄液は、例えば、クエン酸などであり、研磨液とのpHの相違による影響を考慮して選択する。研磨条件は、研磨条件Bの研磨液の代わりに洗浄液を供給し、供給する洗浄液流量を、 $200\text{cc}/\text{min}$ とし、20秒間の研磨を行う。

#### 【0062】

次に、導電膜の第2の研磨工程で、研磨液を供給して研磨を行い、溝の外部に形成された不要なCu膜の残部を研磨する(ステップ3)。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、前記した導電膜の第1の研磨工程と同じ研磨条件Bを選択する。Cuの研磨速度は、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ である。導電膜の第2の研磨工程では、研磨液を供給して、90秒間の研磨を行い、Cu膜34を研磨する。

。T a Nライナー膜の表面を露出させるまで研磨を行い、溝の外部に形成された不要なC u膜34を除去する。ここでは図示しないが、ステップ3で、溝の外部に形成された不要なC u膜の研磨が終わった後、T a Nライナー膜33等の研磨を行う。

### 【0063】

洗浄研磨工程では、洗浄液ポリッシュを行い、導電膜の第1の研磨工程によって研磨パッドに付着した研磨液の残液、削りかすなどを除去し、効率よく清浄化を行っている。

### 【0064】

(第2の変形例)

図9に、導電膜として形成されたC u膜の他の研磨工程を模式的に示す。導電膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して研磨を行い、不要なC u膜の一部を研磨する(ステップ1)。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、例として前記した研磨条件Bを選択する。C uの研磨速度は、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ である。導電膜の第1の研磨工程では、研磨液を供給して、60秒間の研磨を行い、C u膜34を研磨する。

### 【0065】

次に、第1の洗浄研磨工程で、純水を供給した研磨(ここでは、水ポリッシュと呼ぶ)を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液を洗浄除去する(ステップ2-1)。続いて、第2の洗浄研磨工程で、洗浄液を供給した研磨(ここでは、洗浄液ポリッシュと呼ぶ)を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液をよく洗浄除去する(ステップ2-2)。ここで、洗浄液は、例えば、クエン酸などである。さらに、第3の洗浄研磨工程で、純水を供給した研磨を行い、研磨パッドに付着した物質や研磨液、洗浄液をさらによく洗浄除去する(ステップ2-3)。洗浄液は、研磨液とのpHの相違による影響をある程度考慮して選択する。研磨条件は、研磨条件Bの研磨液の代わりに純水または洗浄液を供給し、供給する純水流量または洗浄液流量を、 $200\text{cc}/\text{min}$ とし、ステップ2~4で、5秒間、10秒間、5秒間の計20秒間の研磨を行う。

## 【0066】

次に、導電膜の第2の研磨工程で、研磨液を供給して研磨を行い、溝の外部に形成された不要なCu膜の残部を研磨する（ステップ3）。研磨条件として研磨液、研磨液流量、研磨パッド、研磨荷重、トップリング回転数、ターンテーブル回転数等を選択する。ここでは、前記した導電膜の第1の研磨工程と同じ研磨条件Bを選択する。Cuの研磨速度は、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ である。Cu膜の第2の研磨工程では、研磨液を供給して、90秒間の研磨を行い、Cu膜34を研磨する。TaNライナー膜の表面を露出させるまで研磨を行い、溝の外部に形成された不要なCu膜34を除去する。ここでは図示しないが、ステップ3で、溝の外部に形成された不要なCu膜の研磨が終わった後、TaNライナー膜33等の研磨を行う。

## 【0067】

第1の洗浄研磨工程では、水ポリッシュを行い、研磨パッドに残った研磨液、削りかすなどを除去している。続いて第2の洗浄研磨工程では、洗浄液ポリッシュを行い、さらに、研磨パッドに残った研磨液、削りかすなどの除去を効率よく行い、清浄を行っている。続いて第3の洗浄研磨工程では、水ポリッシュを行い、研磨パッドに残った研磨液、削りかすなどに加えて、第2の洗浄研磨工程で用いた洗浄液の残液の除去も行い、清浄化を行っている。よって、研磨液とのpHの相違による影響や錯化剤による影響等をあまり考慮する必要なく、比較的容易に実施でき、高い効果を得ることができる。

## 【0068】

さらに、図8に示した第1の変形例で、導電膜の第1及び第2の研磨工程の間に実施される、ステップ2の洗浄研磨工程において、洗浄液を供給した洗浄研磨工程を行った例を記載したが、ステップ2の前後、または前か後ろのいずれかに、純水を用いて清浄化（洗浄のみの工程）を行ってもよい。この場合、テーブル上から移動させて別ユニットで洗浄を行う必要があるが、面内均一性を向上するなどの効果を得ることができる。

## 【0069】

また、図9に示した第2の変形例で、導電膜の第1及び第2の研磨工程の間に

実施される、ステップ 2-1～2-3 の第 1 乃至第 3 の洗浄研磨工程において、純水、洗浄液、純水を供給した洗浄研磨工程を行った例を記載したが、ステップ 2-1 またはステップ 2-3 の水ポリッシュを省略して実施した場合でも、第 1 の変形例で示した効果を得ることができる。

#### 【0070】

本実施の形態では、バリアメタルとして TaN 膜である例を記載したが、これに限定されず、Mo、Ti、TiN、Nb、Ag などでもかまわない。また、配線材料として導電膜の Cu 膜を形成する例を記載したが、これに限定されず、Al、W、Ag などでもよい。また、配線の形成方法は、鍍金法を用いた形成方法を例に記載したが、他の方法を用いて形成してもかまわない。

#### 【0071】

また、本実施の形態では、例えば、深さの深いパターンを有する埋め込み配線について記載したが、このパターンに限定されない。ただし、本実施の形態は、比較的厚く形成した膜など長時間研磨する必要のある膜に適用すると効果が高い。また、被研磨膜は、配線材料に限定されず、STI (Shallow Trench Isolation) プロセスによって形成される埋め込み絶縁膜であっても、効果を得ることができる。

#### 【0072】

さらに、本実施の形態では、導電膜の第 1 の研磨工程、洗浄研磨工程、導電膜の第 2 の研磨工程における研磨時間を 60 秒間、20 秒間、90 秒間としたが、これに限定されず、導電膜の第 1 の研磨工程、洗浄研磨工程、導電膜の第 2 の研磨工程における研磨時間を、90 秒間、20 秒間、60 秒間のよう、設定してもかまわない。このように、全体の研磨工程に対して、中盤の段階で洗浄研磨工程を行うことによって、導電膜の一部を研磨した際に発生する削りかすなどを除去し、導電膜の研磨工程の初期と同様の状態で、引き続き研磨することができるため、より好ましい形態であるといえる。

#### 【0073】

以上、第 1 及び第 2 の実施の形態では、研磨液による被研磨膜の研磨工程、第 1 及び第 2 の研磨工程において、同じ研磨条件を選択して研磨を行っているが、

これに限定されず、異なる研磨条件を選択して、研磨を行うことも可能である。  
また、第 1 及び第 2 の実施の形態では、被研磨膜を研磨液によって研磨する工程の間に、洗浄研磨工程を一回行う例を記載したが、これに限定されず、被研磨膜を研磨する工程の中盤に、洗浄研磨工程を複数回行ってかまわない。

#### 【 0 0 7 4 】

##### 【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、CMP 工程における研磨レートを安定化し、面内均一性を向上することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の工程を示す要部断面図である。

【図 2】 本発明の第 1 の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の研磨工程を模式的に示す図である。

【図 3】 本発明の第 1 の実施の形態の第 1 の変形例に係る半導体装置の製造方法の研磨工程を模式的に示す図である。

【図 4】 本発明の第 1 の実施の形態の第 2 の変形例に係る半導体装置の製造方法の研磨工程を模式的に示す図である。

【図 5】 本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の工程を示す要部断面図である。

【図 6】 本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の研磨工程を模式的に示す図である。

【図 7】 従来技術の半導体装置の製造方法と本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体装置の製造方法とにおける、ウェハの面内傾向を比較して示した図である。

【図 8】 本発明の第 2 の実施の形態の第 1 の変形例に係る半導体装置の製造方法の研磨工程を模式的に示す図である。

【図 9】 本発明の第 2 の実施の形態の第 2 の変形例に係る半導体装置の製造方法の研磨工程を模式的に示す図である。

【図 1 0】 従来の技術の半導体装置の製造方法の工程を示す要部断面図である



。

【図 1 1】 従来の技術の他の半導体装置の製造方法の工程を示す要部断面図である。

【図 1 2】 従来の技術の半導体装置の製造方法の研磨時間が 1 2 0 秒間であるときと 6 0 秒間であるときの、6 0 秒間あたりの研磨レートのウェハの面内傾向を比較して示した図である。

【符号の説明】

1 1, 3 1…シリコン基板

1 2, 3 2…絶縁膜

1 2 a, 3 2 a…溝

1 3, 3 3…T a Nライナー膜

1 4, 3 4…C u膜

1 0 1, 1 1 1…シリコン基板

1 0 2, 1 1 2…絶縁膜

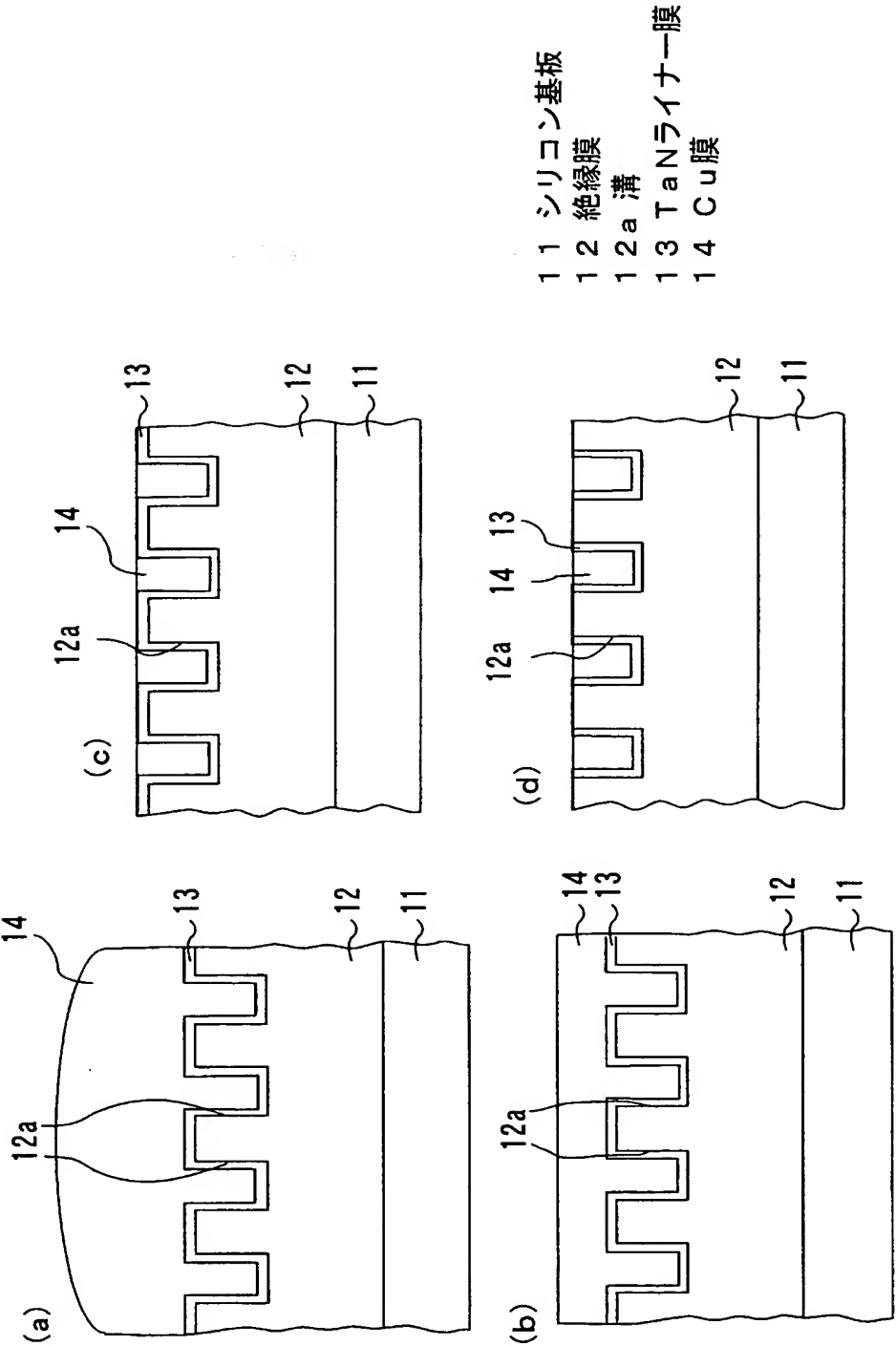
1 0 2 a, 1 1 2 a…溝

1 0 3, 1 1 3…T a Nライナー膜

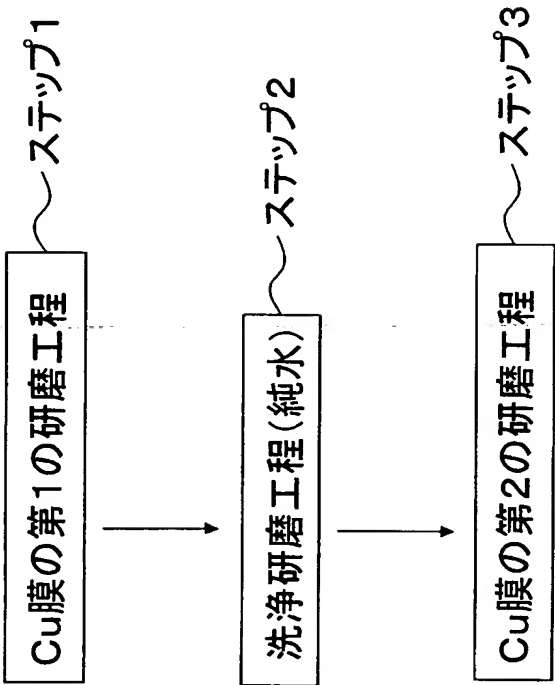
1 0 4, 1 1 4…C u膜

【書類名】 図面

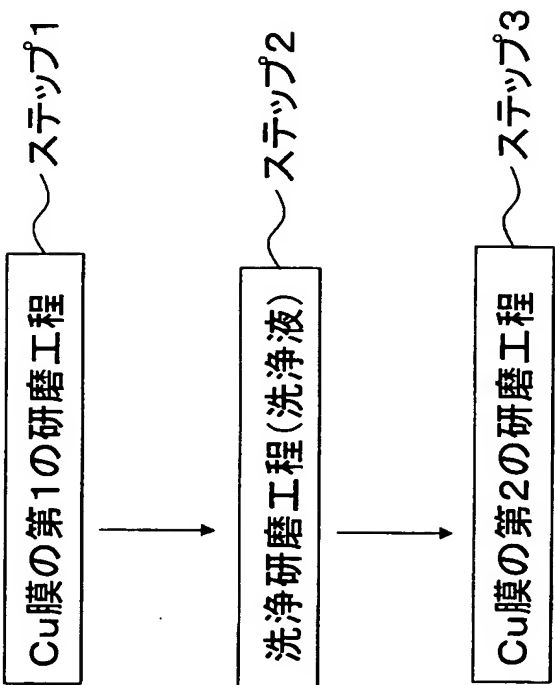
【図 1】



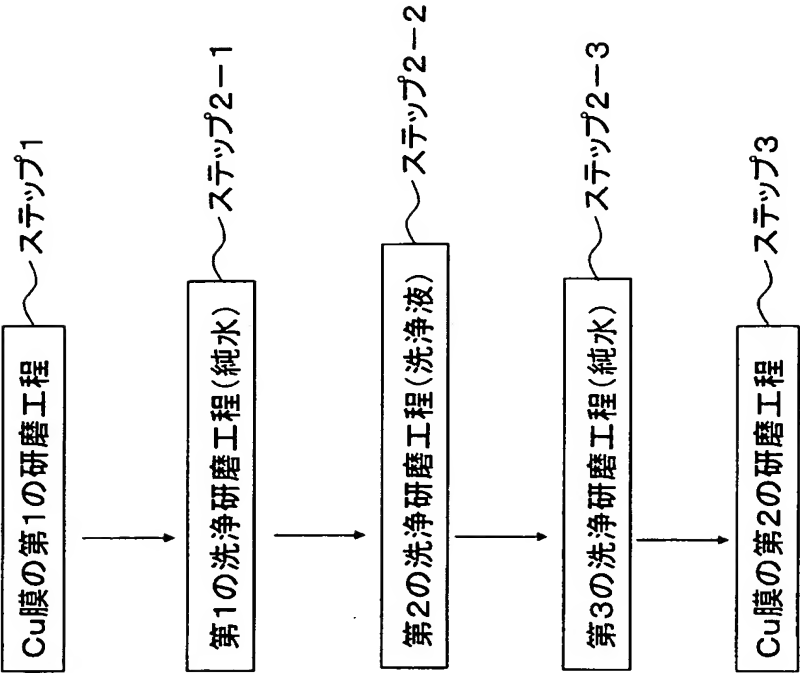
【図 2】



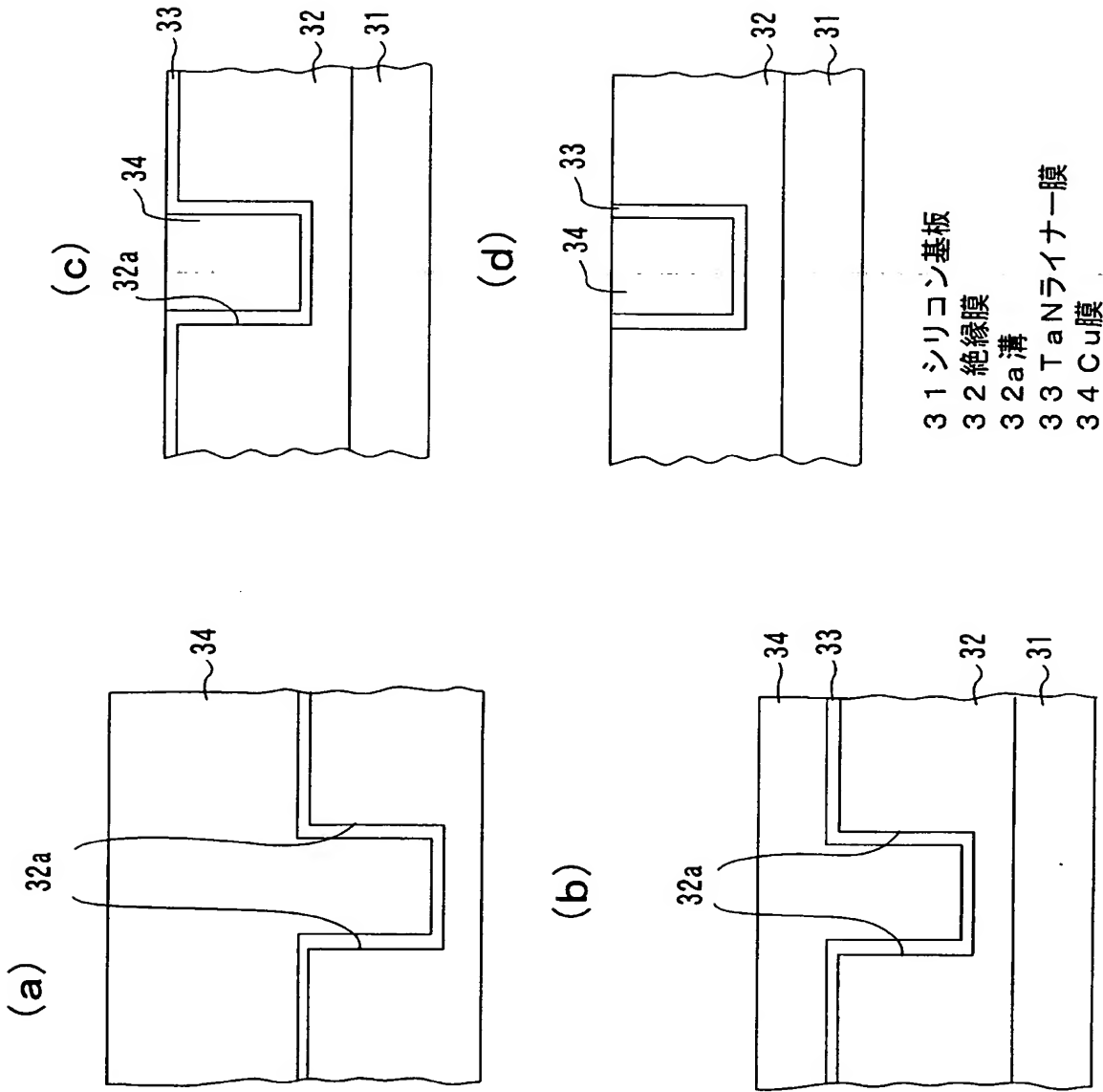
【図 3】



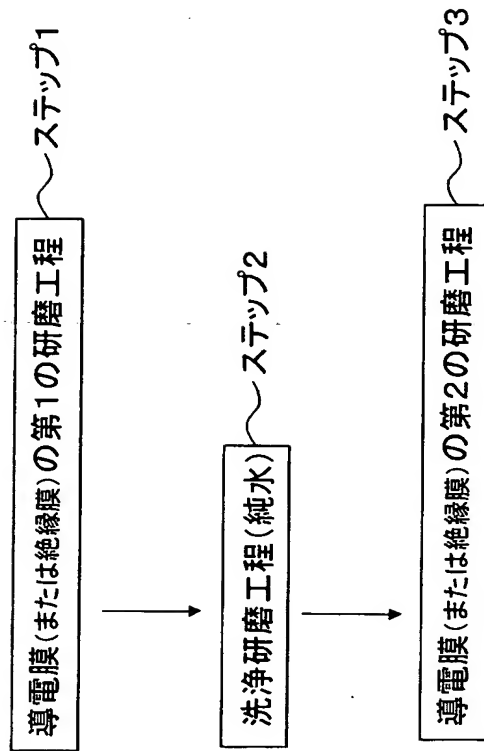
【図 4】



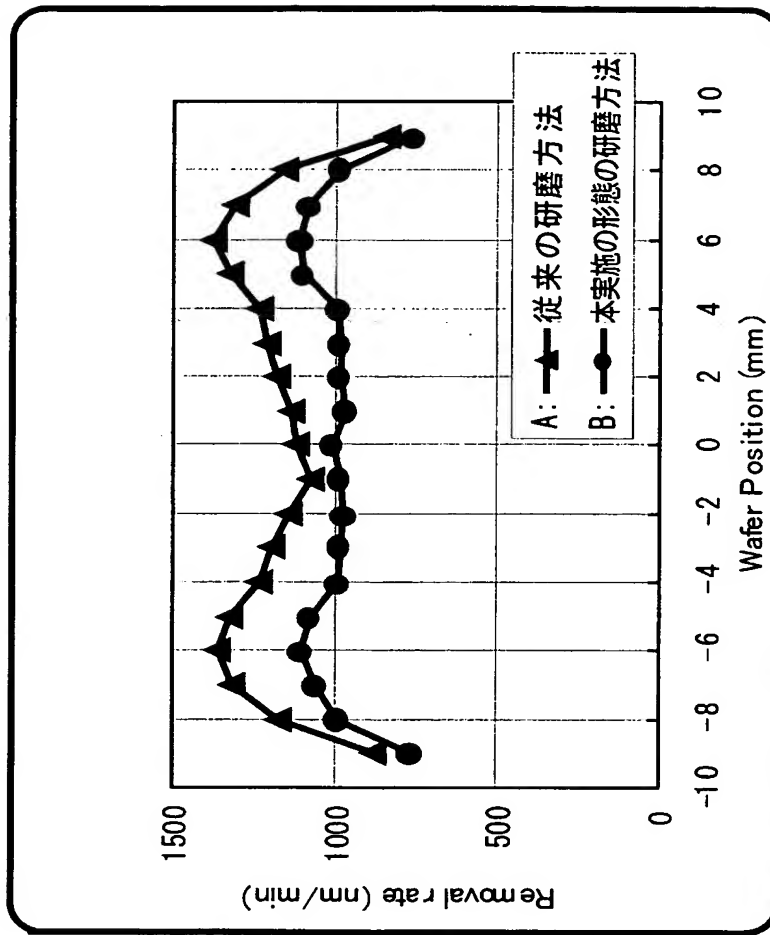
【図 5】



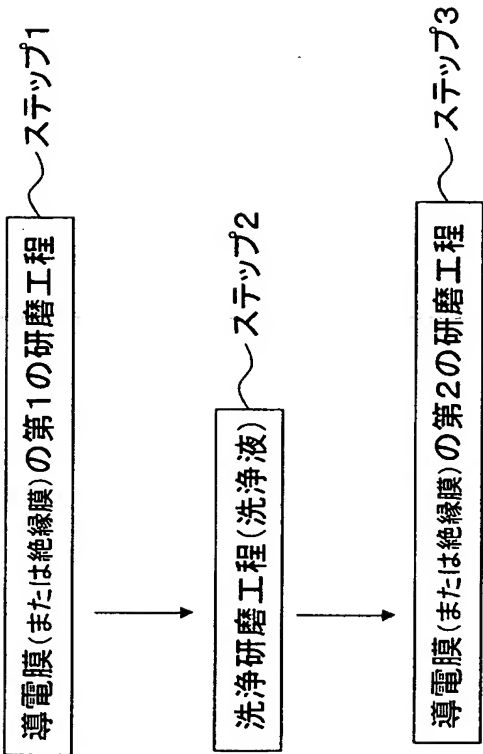
【図 6】



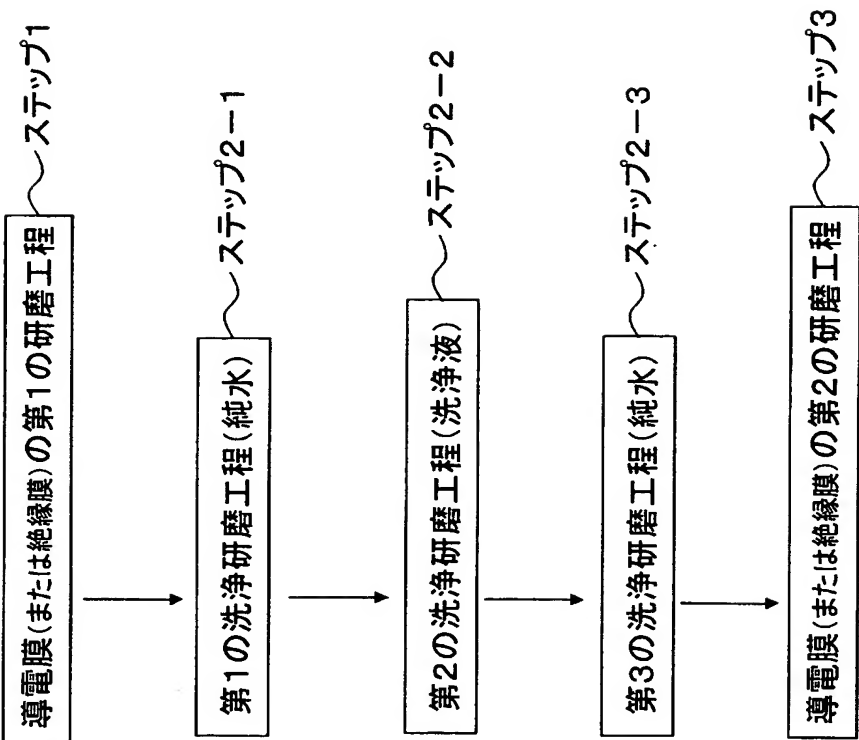
【図 7】



【図8】

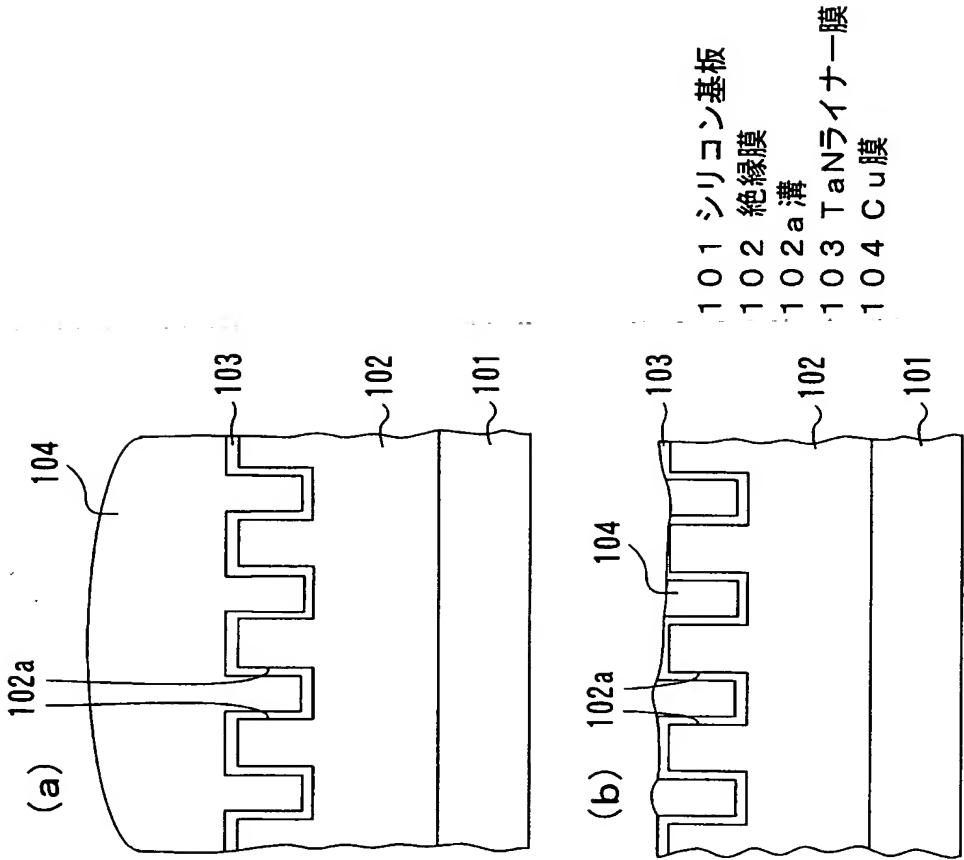


【図9】

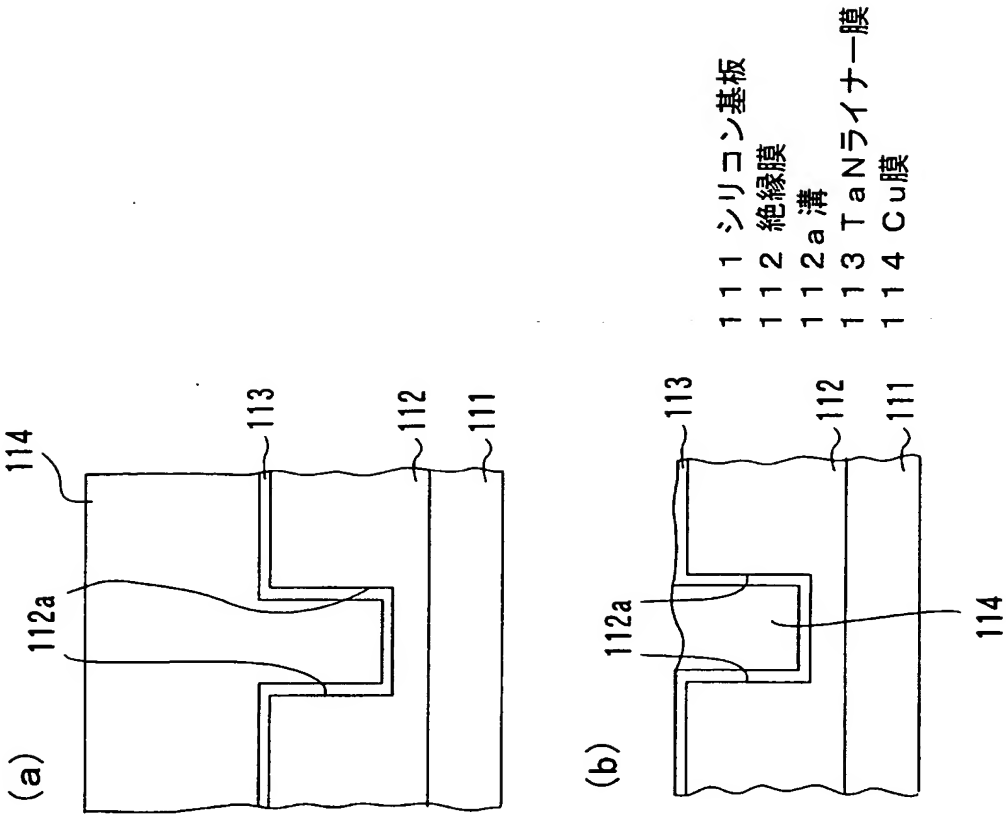




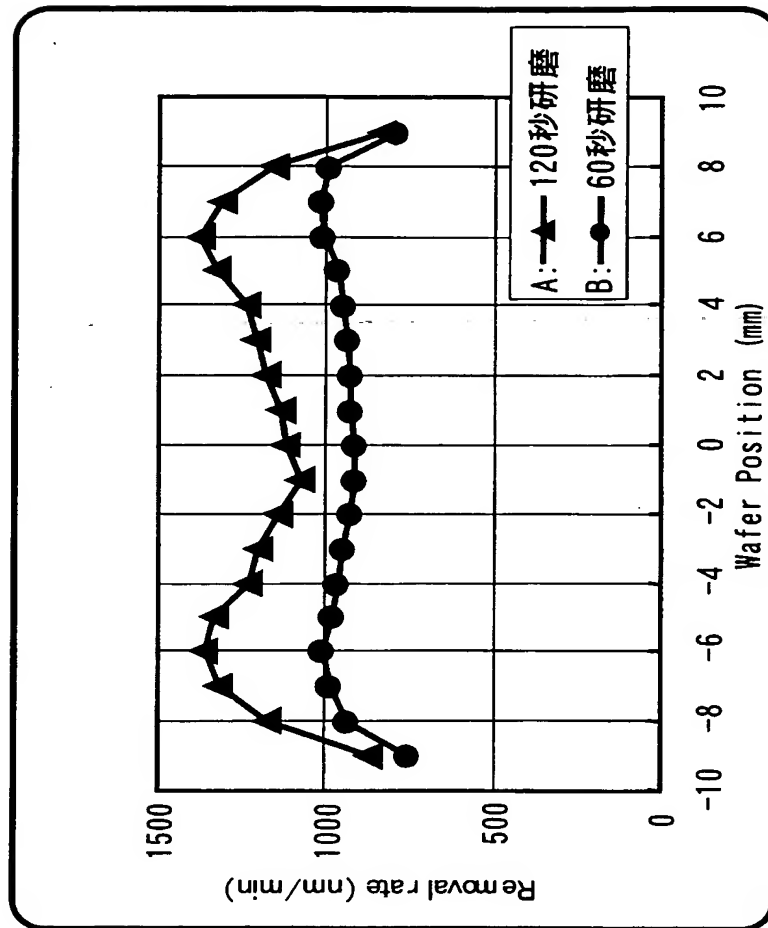
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 CMP 工程における研磨レートを安定化し、面内均一性を向上することができる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 所定パターンの溝 1 2 a を有する第 1 の層 1 2 上に、前記溝 1 2 a を埋め込むように形成された被研磨膜 1 4 の一部を、所定の研磨液を供給して研磨する第 1 の研磨工程と、前記被研磨膜 1 4 を、洗浄しながら研磨する洗浄研磨工程と、前記溝 1 2 a の外部に形成された前記被研磨膜 1 4 の残部を、所定の研磨液を供給して研磨する第 2 の研磨工程とを具備した半導体装置の製造方法である。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 6 0 2 3 0
受付番号	5 0 2 0 1 8 8 0 5 4 3
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 4 年 1 2 月 1 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年12月12日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 6 0 2 3 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝